

**FLUID SEPARATION ELEMENT**

**Publication number:** JP2001300271

**Publication date:** 2001-10-30

**Inventor:** FUJIWARA KOJI

**Applicant:** TORAY INDUSTRIES

**Classification:**

- international: **B01D69/06; B01D63/10; C02F1/44; B01D69/00; B01D63/10; C02F1/44;**  
(IPC1-7): B01D69/06; B01D63/10; C02F1/44

- European:

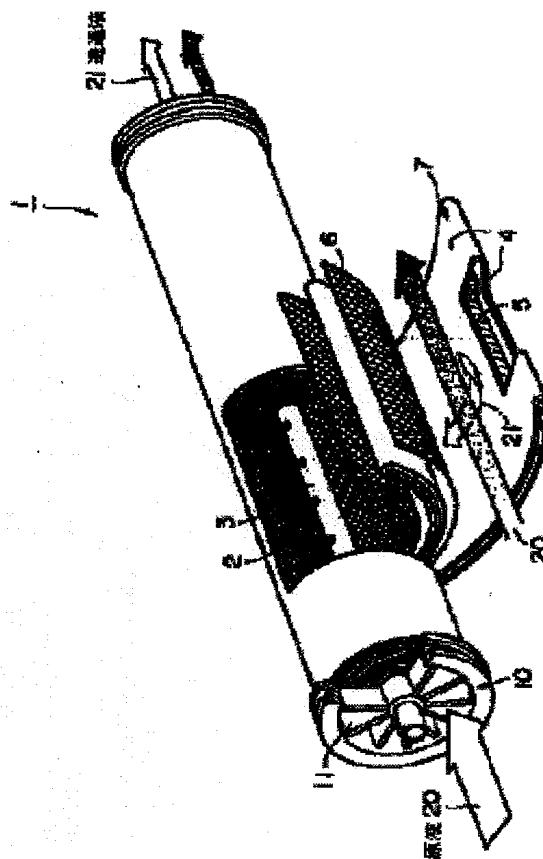
**Application number:** JP20000123776 20000425

**Priority number(s):** JP20000123776 20000425

[Report a data error here](#)

**Abstract of JP2001300271**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fluid separation element and a module capable of stably operating for a long duration while using separation membranes having high salt removal capability and water producing capability at the time of operation at a pressure as low as around 0.5 Mpa. **SOLUTION:** The fluid separation membrane module comprises a pressure container and at least four fluid separation elements housed in the container, and the each element comprises a membrane unit composed of separation membranes in the surrounding of a water collecting pipe, a permeated liquid flowing channel member and a raw liquid flowing channel member. The separation membranes have each membrane permeation flow rate of 0.65 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.day or higher and salt removal efficiency of 99.0% or higher after 30 minutes operation at 25 deg.C and operation pressure of 0.5 MPa for an aqueous solution with pH 6.5 and the salt concentration of 1,500 ppm as raw water, and the fluid separation element has a characteristic of pressure loss of 10 kPa or lower in the case the apparent average flow rate is 100 mm/second.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
B 0 1 D 69/06		B 0 1 D 69/06	4 D 0 0 6
63/10		63/10	
C 0 2 F 1/44		C 0 2 F 1/44	H

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

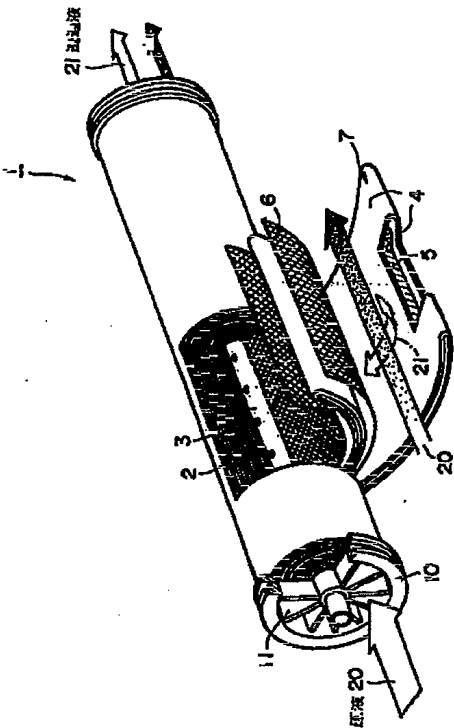
(21) 出願番号	特願2000-123776(P2000-123776)	(71) 出願人	000003159 東レ株式会社 東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号
(22) 出願日	平成12年4月25日 (2000. 4. 25)	(72) 発明者	藤原 浩二 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東 レ株式会社愛媛工場内
		Fターム(参考)	4D006 GA05 HA61 HA65 JA02B JA05A JA05B JA19B MA03 MB02 MB06 MB20 PA01 PB04 PB05 PC02

(54) 【発明の名称】 流体分離素子

(57) 【要約】

【課題】 0.5MPa程度の低圧での運転時に高い塩排除性能、造水性能が得られる分離膜を使用しつつも、長期間に亘って安定運転ができる流体分離素子およびモジュールを提供する。

【解決手段】 集水管の周りに分離膜、透過液流路材および原液流路材を含む膜ユニットを有する流体分離素子を圧力容器に少なくとも4個収容してなり、分離膜は、pH6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が0.65m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有し、流体分離素子は、見かけ平均流速100mm/秒のときの圧力損失が10kPa以下の特性を有している流体分離膜モジュールとする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】集水管の周りに分離膜、透過液流路材および原液流路材を含む膜ユニットを有し、分離膜は、pH 6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が $0.65\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有する流体分離素子であって、見かけ平均流速 $100\text{ mm}/\text{秒}$ のときの圧力損失が10kPa以下であることを特徴とする流体分離素子。

【請求項2】原液流路材の厚みが0.75～1.0mmの範囲にあり、かつ、膜ユニットの横断面における原液流路材の介在空間の面積の総和が膜ユニットの全横断面積の55～65%の範囲にある、請求項1に記載の流体分離素子。

【請求項3】集水管の周りに分離膜、透過液流路材および原液流路材を含む膜ユニットを有する流体分離素子を圧力容器に少なくとも4個収容してなり、分離膜は、pH 6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が $0.65\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有し、流体分離素子は、見かけ平均流速 $100\text{ mm}/\text{秒}$ のときの圧力損失が10kPa以下の特性を有していることを特徴とする流体分離膜モジュール。

【請求項4】原液流路材の厚みが0.75～1.0mmの範囲であり、かつ、膜ユニット横断面における原液流路材の介在空間の面積の総和が膜ユニットの全横断面積の55～65%の範囲にある、請求項4に記載の流体分離膜モジュール。

【請求項5】請求項3または4に記載の流体分離膜モジュールを0.5MPa以下の運転圧力で運転する造水方法。

【請求項6】運転開始時の流体分離膜モジュールの圧力損失を0.1MPa以下とし、原液の50%以上の透過液を得る、請求項5に記載の造水方法。

【請求項7】集水管内の圧力を運転圧力の10%以下の圧力に維持しながら運転する、請求項5または6に記載の造水方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流体分離素子に関する。詳しくは、河川水や地下水等から超純水用途、一般かん水用途などに利用する水を得るために好適に用いられる流体分離素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体分野における超純水用途、一般かん水用途等をはじめとする膜の透過液を利用する様々な流体分離分野において、逆浸透膜等の分離膜を用いた流体分離素子の使用が急速に増加してきている。

【0003】たとえば、逆浸透膜を用いた分離法では、

造水コスト、設備投資削減のため、より低い圧力で運転可能な流体分離素子の開発が求められてきたが、特開平9-19630号公報に記載されるような、低い運転圧力で高い塩排除性能および造水性能を有する分離膜の出現により、低圧でも水質の良い透過液を得ることができるようになった。さらに、流体分離素子1本当当たりの充填膜面積を広くすることによっても造水コスト、設備投資の削減が可能であるため、充填膜密度の高い流体分離素子を開発する傾向にある。

【0004】しかしながら、流体分離素子は、通常、圧力容器に複数本（通常4本以上）収容し、最上流に存在する流体分離素子を基準に運転圧力等を設定して使用するが、上述したような高膜面積の流体分離素子を使用した場合、低膜面積の流体分離素子を使用した場合よりも流体分離素子1本当当たりの処理水量が多いので、上流側の流体分離素子にはより多くの原液を供給することになる。しかし、より多くの原液が供給されると原液がその流体分離素子を通過する際に発生する圧力損失も大きくなり、下流側の流体分離素子における有効圧力が低膜面積の流体分離素子を使用した場合のモジュールよりも低くなり、透過液量、透過液の水質が低下する。

【0005】また、有効圧力が高い上流側の流体分離素子ほど単位膜面積当たりの透過液量が多くなるため、原水中のファウリング物質によるファウリングが生じやすくなる。ファウリング物質により原水流路材の流路が狭められると、さらに圧力損失が大きくなる。この場合、上流側の流体分離素子では、ファウリングによって塩排除性能、造水性能が低下し、下流側の流体分離素子では、流体分離に有効な圧力が低下しているため、透過液量、水質が低下し、結局、流体分離膜モジュールとしての性能が大きく低下する。特に、0.5MPa以下の圧力での運転においては、その影響は大きくなる。

【0006】また、特開平9-299770号公報には、懸濁物質が多く含まれる原液を処理する場合には、懸濁物質等によるケーキの形成を抑えるために従来使用されてきた原液流路材（0.6～0.7mm）の2倍以上の有効厚みの原液流路材を使用し、圧力損失を低く抑えて運転することが好ましいとされている。しかしながら、この場合、充填膜面積が大幅に減少してしまうため、透過液量が大幅に減少する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、0.5MPa程度の低圧での運転時に高い塩排除性能、造水性能が得られる分離膜を使用しつつも、長期間に亘って安定運転ができる流体分離素子およびモジュールを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するための本発明は、集水管の周りに分離膜、透過液流路材および原液流路材を含む膜ユニットを有し、分離膜は、pH

6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が0.65m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有する流体分離素子であって、見かけ平均流速100mm/秒のときの圧力損失が10kPa以下である流体分離素子の特徴とするものである。ここで、原液流路材の厚みが0.75~1.0mmの範囲にあり、かつ、膜ユニットの横断面における原液流路材の介在空間の面積の総和が膜ユニットの全横断面積の55~65%の範囲にあることが好ましい。

【0009】また、本発明は、集水管の周りに分離膜、透過液流路材および原液流路材を含む膜ユニットを有する流体分離素子を圧力容器に少なくとも4個収容してなり、分離膜は、pH6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が0.65m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有し、流体分離素子は、見かけ平均流速100mm/秒のときの圧力損失が10kPa以下の特性を有している流体分離膜モジュールを特徴とするものである。ここで、原液流路材の厚みが0.75~1.0mmの範囲であり、かつ、膜ユニット横断面における原液流路材の介在空間の面積の総和が膜ユニットの全横断面積の55~65%の範囲にあることが好ましい。

【0010】また、これらのような流体分離膜モジュールを0.5MPa以下の運転圧力で運転する造水方法も好ましく、さらには、運転開始時の流体分離膜モジュールの圧力損失を0.1MPa以下とし、原液の50%以上の透過液を得ることや、集水管内の圧力を運転圧力の10%以下の圧力に維持しながら運転することが好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の望ましい実施の形態を図面を参照して説明する。

【0012】たとえば、図1に示す本発明の流体分離素子1は、集水孔2を有する集水管3の周りに、分離膜4と透過液流路材5と原液流路材6とを含む膜ユニット7がスパイラル状に巻回されている。

【0013】そして、分離膜4としては、低圧力運転による造水コスト削減や、配管、圧力容器などの設備の耐圧性を下げ設備投資を削減するために、pH6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が0.65m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有するものを使用する。さらには、膜透過流速が0.75m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.3%以上の性能を有するものを使用すると好ましい。なお、本発明において、塩排除率とは次式のように定義する。

【0014】塩排除率(%) = (1 - 2 × 透過水の溶質

濃度 / (原液の溶質濃度 + 濃縮水の溶質濃度)) × 100

また、本発明の流体分離素子1においては、原液20が流体分離素子1内を下記式で表される見かけ平均流速100mm/秒で流れるときに生じる圧力損失が10kPa以下である。

【0015】見かけ平均流速 = {(原液流量 + 濃縮液流量) / 2} / (流体分離素子に占める原液流路材層の総断面積)

通常、流体分離素子は、原液から透過液を高回収率で得るために、圧力容器内に直列に4本以上連結して流体分離膜モジュールとして使用される。そして、原液の80%もの透過液を得ることを目的とする一般かん水用途などでは、圧力容器内に6本もの流体分離素子が収容される。そして、このように構成された流体分離膜モジュールを複数個さらに連結し、上流側の流体分離膜モジュールで処理できなかった原液を下流側の流体分離膜モジュールの原液として供給し、流体分離を行う。このとき、従来の高膜面積の流体分離素子、特に、pH6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流速が0.65m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有する分離膜を使用した流体分離素子では、圧力損失による有効圧力の低下が大きいため、下流側の流体分離素子に到達した原液の運転圧力が低すぎ、透過液量、透過液の水質が低下してしまう。一方、上流側の流体分離素子には有効圧力が高いため、処理水量は多いものの、ファウリングが生じやすくなり、その結果、ファウリング物質が原液流路材の流路を狭め、圧力損失を増大させる。したがって、流体分離素子1は、原液20が流体分離素子1内を見かけ平均流速100mm/秒で流れるときに生じる圧力損失が10kPa以下になるように、より好ましくは、8kPa以下になるように構成することが重要である。

【0016】また、図1の本発明の流体分離素子1において、膜ユニット7は、分離膜4の間にトリコットと呼ばれる編み物等の透過液流路材5を挟み、集水管3側以外の3辺を接着剤等のシール手段により封止して封筒状にしたものと、ネット等の原液流路材6とを交互に重ね合わせ、集水管3の周りに巻回されているが、透過液流路材5は、膜面積の確保と透過液21の流動抵抗の低減とを両立するために200~300μmのものが好ましい。また、分離膜4には、十分な性能を発揮し、かつ、流体分離素子1において適当な膜充填率を確保するために、140~220μmの厚みのものを用いることが好ましい。

【0017】さらに、圧力損失を低く抑え、かつ、ファウリングによる性能低下を低減させるためには、原液流路材6の厚みが厚いことが好ましいが、透過液量を多く得るためには、有効膜面積は広いことが好ましい。その

ため、本発明における流体分離素子1の原液流路材6は、厚みが0.75~1.0mmのものが好ましい。さらに好ましくは、0.8mm~0.9mmの範囲である。

【0018】そして、膜ユニット7の横断面において、原液流路材6の層が膜ユニット7の全断面の55~65%の範囲を占めるように構成することが好ましい。より好ましくは、60~65%の範囲である。このように構成することで、十分な膜面積を確保しつつ圧力損失を抑えることができ、また、ファウリング物質が原液流路材の流路を狭めた場合でも、流路幅が従来の流体分離素子よりも広いため、圧力損失の上昇を低く抑え、安定した運転を長時間維持することができる。

【0019】また、圧力損失をさらに低くするために、原液流路材6には、図2に示すように、網目が菱目のネット、かつ、その菱目の網脚30の角度が原液流れ方向に対して±15~40度の範囲のものをを用いることがより好ましい。

【0020】次に、本発明の流体分離膜モジュールについて説明する。

【0021】本発明の流体分離膜モジュールは、たとえば図1に示すように、集水管3の周りに分離膜4、透過液流路材5および原液流路材6を含む膜ユニット7を有する流体分離素子1を圧力容器に少なくとも4個に収容してなる。そして、その流体分離素子1の分離膜4は、pH6.5の食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流束が $0.65\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有し、さらに、流体分離素子1は、見かけの平均流速100mm/秒のときの圧力損失が10kPa以下の特性を有している。

【0022】膜充填率を高めた（高膜面積）流体分離素子を圧力容器に複数個（通常4個以上）収容して用いる場合、分離膜が、たとえば、pH6.5の食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流束が $0.65\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 以上、塩排除率が99.0%以上という高い性能を有するものであると、従来の技術の欄で述べた問題が深刻になる。したがって、本発明は、流体分離素子を圧力容器に4個以上収容する場合、低圧力運転による造水コスト削減や、配管、圧力容器などの設備の耐圧性を下げ設備投資を削減するため、そして、下流側の流体分離素子における有効運転圧力の低下に伴う透過液量、透過液の水質の低下、および、上流側の流体分離素子における圧力損失の上昇を防ぐために、分離膜に、pH6.5の食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃および運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流束が $0.65\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ 以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有するものを用いるとともに、流体分離素子は、見かけ平均流速1

00mm/秒のときの圧力損失が10kPa以下になるように構成する。

【0023】ここで、原液流路材の厚みが0.75~1.0mmの範囲であり、かつ、膜ユニット横断面に占める原液流路材の介在空間の面積の総和が膜ユニット全横断面の55~65%の範囲である場合には、十分な膜面積を確保しつつ圧力損失を抑えることができ、また、ファウリング物質が原液流路材の流路を狭めた場合でも、流路幅が従来の流体分離素子よりも広いため、圧力損失の上昇を低く抑え、安定した運転を長時間維持することができる。

【0024】そして、このような流体分離膜モジュールにおいては、圧力容器に送られた原液が、上流側から下流側へ流れるとともに分離膜を透過する。上流側の流体分離素子で分離膜を透過しなかった原液が、下流側の流体分離素子の原液となる。それぞれ流体分離素子では次のように流体分離が行われる。

【0025】上述の図1に示す流体分離素子1を用いた場合、原液20は、テレスコープ防止板10の原液流路11を通過して膜ユニット7へと進む。膜ユニット7に送られた原液20は、原液流路材6を下流へと進みながら分離膜4を通過して塩などの不要成分が除去され、透過液流路材5によって形成された透過液流路へと流れる。そして、透過液流路に流入した透過液21は、流体分離素子1の中心に位置する集水管3へと進み、集水孔2を通して集水管3内に到達する。集水管3内に到達した透過液21は、その集水管3内を下流側へと流れる。1つの流体分離素子1で処理されなかった原液（濃縮液）は次の流体分離素子1へと進み、下流側の流体分離素子1で処理される。

【0026】本発明の流体分離膜モジュールにおける分離膜4は、低い運転圧力でも高い塩排除性能、造水性能を有するため、0.5MPa以下の圧力で運転する。これにより、低圧力運転による造水コスト削減と配管や圧力容器などの設備の耐圧性を下げ設備投資を削減することができるだけでなく、分離膜4の単位膜面積当たりの透過液量が多くなりファウリングの発生を防ぐことができる。

【0027】また、運転開始時の流体分離膜モジュールの圧力損失を0.1MPa以下、より好ましくは0.08MPaとなるようにし、原液の50%以上の透過液を得る場合には、原液からより多くの透過水を得ることができ、また、下流側の流体分離素子に到達した原液の運転圧力を高く保つことができるため、下流側における透過液量と透過液の水質の低下を防ぐことができる。さらに、集水管内の圧力を運転圧力の10%以下、好ましくは7%以下すると、流体分離に必要な有効圧力を高く維持することができるので、低い圧力で運転できる。集水管内の圧力を低くするためには、集水管の内径を大きくすることが好ましいが、膜面積の低下が起こるため、集

水管内径を23～35mmにすることが好ましい。

【0028】

【実施例】実施例1

図1に示す本発明のスパイラル型流体分離素子を圧力容器に6本直列に収容した流体分離膜モジュールを用い、温度25℃、pH6.5の0.05%塩化ナトリウム水溶液を運転圧力0.5MPa、回収率50%の条件で処理して造水を行い、そのときの分離膜モジュールとしての圧力損失、造水量、透過液の水質および最上流・最下流の流体分離素子の膜透過流束の測定を行った。

【0029】なお、分離膜としては、温度25℃、pH6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流束が0.75m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日、塩排除率が99.3%の特性を有するものを用いた。また、原液流路材としては、厚さ0.8mm、長軸長さ5.7mm、原液の流れ方向に対する原液流路材の網脚角度が±35度の、図2に示すような菱目型の原液流路材を使用した。

【0030】また、流体分離素子としては、径が200mm、長さ1m、充填膜面積36m<sup>2</sup>、見かけ流速100mm/秒のときの圧力損失が8kPaであった。

【0031】結果を表1に示す。表1から流体分離膜モジュールとしての圧力損失が非常に小さいことがわかる。

比較例1

原液流路材として、厚さ0.7mm、長軸長さ4mm、原液流れ方向に対する原液流路材の網脚角度が±45度の菱目型をした原液流路材を用い、流体分離素子の見かけ流速100mm/秒のときの圧力損失を18kPaに

した以外は実施例1と同様の流体分離膜モジュールで造水を行い、圧力損失、造水量、透過液の水質および最上流・最下流の流体分離素子の膜透過流束の測定を行った。

【0032】結果を表1に示す。実施例1に比べ、流体分離膜モジュールとしての圧力損失が非常に大きく、造水量が少ない。また、圧力損失が大きいことから、最下流側の流体分離素子の膜透過流束が少なくなっていることがわかる。実施例と同レベルの造水量を得るためには、運転圧力を高くする必要がある、この場合最上流の流体分離素子の膜透過流束が高くなるためファウリングを生じやすくなる。

比較例2

充填膜面積を38m<sup>2</sup>と増大させた以外は比較例1と同様に造水を行い、そのときの流体分離膜モジュールとしての圧力損失、造水量、透過液の水質および最上流・最下流の流体分離素子の膜透過流束の測定を行った。なお、見かけ流速100mm/秒のときの圧力損失は比較例1と同じ18kPaであった。

【0033】結果を表1に示す。実施例1に比べ、流体分離膜モジュールとしての圧力損失が非常に大きくなっている。造水量は、流体分離素子の充填膜面積が多いにも関わらず実施例1よりも少なくなっている。つまり、充填膜面積の増大効果はなく、実施例1のほうが充填膜面積を削減することができるためコストダウンが可能である。

【0034】

【表1】

	圧力損失 [kPa]	造水量 [m <sup>3</sup> /日]	透過液食塩濃度 [ppm]	膜透過流速[m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日]	
				最上流	最下流
実施例1	80	139	5.8	0.73	0.57
比較例1	145	127	6.3	0.73	0.47
比較例2	159	131	6.5	0.73	0.45

【0035】

【発明の効果】本発明においては、分離膜が、pH6.5、食塩濃度1,500ppmの水溶液を原水として温度25℃、運転圧力0.5MPaで30分間運転した後の膜透過流束が0.65m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日以上、塩排除率が99.0%以上の性能を有するものである、低圧力運転による造水コスト削減や、配管、圧力、容器などの設備の耐圧性を下げ設備投資を削減することができる。

【0036】また、流体分離素子は、見かけ平均流速100mm/秒のときの圧力損失が10kPa以下であるので、圧力損失による下流側流体分離素子における有効圧力の低下を防ぎ、透過液量、透過液質の低下を防ぐとともに、上流側の流体分離素子におけるファウリングおよび圧力損失上昇を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施態様に係る流体分離素子の一部

展開概略斜視図である。

【図2】図1の流体分離素子に用いる原液流路材の概略平面図である。

【符号の説明】

- 1 : 流体分離素子
- 2 : 集水孔
- 3 : 集水管
- 4 : 分離膜
- 5 : 透過液流路材
- 6 : 原液流路材
- 7 : 膜ユニット
- 10 : テレスコープ防止板
- 11 : 原液流路
- 20 : 原液
- 21 : 透過液
- 30 : 網脚

$\alpha$  : 網脚の角度

Y : 長軸長さ

【図1】

【図2】

